

**TUGAS AKHIR**

**STUDI PENGELASAN METODE *FRICTION STIR WELDING***  
**DENGAN BENTUK PENAMPANG PIN YANG BERBEDA**  
**PADA MATERIAL ALUMINIUM AI 1100 – AI 5083**  
**TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN MEKANIS**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Disusun Oleh :

**AHMAD JEVRIANTO**

**NIM : D200140078**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**  
**2019**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk  
Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100 – Al  
5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis

Yang dibuat untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan dan duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan/atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesajaraan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 30 Oktober 2018

Yang menyatakan



AHMAD JEVRIANTO

## HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul "Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100 – Al 5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis" telah disetujui oleh Pembimbing dan diterima untuk diuji pada sidang tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : AHMAD JEVRIANTO

NIM : D200 140 078

Disetujui pada

Hari : Senin

Tanggal : 11 November 2019

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul "**Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100 – Al 5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis**", telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **AHMAD JEVRIANTO**

NIM : **D200 140 078**

Disahkan pada

Hari : **Senin**

Tanggal : **11 November 2019**

Tim Penguji :

Ketua : **Ir. Bibit Sugito, M.T.**

Anggota 1 : **Ir. Sunardi Wiyono, M.T.**

Anggota 2 : **Dr. Muhammad Syukron**



Dekan Fakultas Teknik

**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

Ketua Jurusan Teknik Mesin

**Ir. H. Subroto, M.T.**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
Jl. A.Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Telp. (0271) 717417  
ext. 222

---

**LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR**

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 023/II/2019 Tanggal 13 Februari 2019 Pembimbing Tugas Akhir dengan ini:

Nama : Ir. Bibit Sugito, M.T.

Jabatan : Lektor Kepala

Golongan : IV A

Kedudukan : Pembimbing Utama

Memberikan Soal Tugas Akhir Kepada mahasiswa:

Nama : Ahmad Jevrianto

Nomor Induk : D 200 140 078

NIRM : -

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Teknik Pengelasan

Rincian Soal/Tugas :

Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100 – Al 5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis. Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 18 Februari 2019

Pembimbing

Ir. Bibit Sugito, M.T.

Keterangan :

Dibuat rangkap tiga (3)

1. Untuk Kajur (Koordinator TA)

2. Untuk Pembimbing Tugs Akhir

3. Untuk Mahasiswaa

## **MOTTO**

Allah selalu menjawab doamu dengan 3 cara. Pertama, langsung mengabulkannya. Kedua, menundanya. Ketiga, menggantinya dengan yang lebih baik untukmu”

(Anonim)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

“Dari annas bin malik berkata : telah bersabda rasulullah SAW: barang siapa keluar rumah untuk menuntut ilmu maka ia dalam jihad fisabilah hingga kembali”

(HR. Bukhari)

“Kata ahli pedang, ilmu pedang tertinggi adalah kalau sudah bisa membelah kapas yang melayang-layang tanpa mengubah arah gerak kapas itu. Aneh, ujian tertinggi bagi keahlian pedang bukanlah baja atau batu karang melainkan kapas. Kekerasan yang telah mencapai puncaknya berubah menjadi kelembutan, kelembutan tak bisa dikalahkan oleh kekerasan”

(Emha Ainun Nadjib)

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih belum sempurna, Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan.

Wassalamualaikum wr,wb.

Surakarta, 30 Oktober 2019



Ahmad Jevrianto

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Pertama saya mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, kesabaran, serta tuntunan dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yaitu Alm bapak saya, dan Ibu terima kasih atas segala doa dan pengorbanan yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk melanjutkan ke perguruan tinggi.
2. Kepada Bapak Ir Bibit Sugito, MT. sebagai pembimbing saya dalam tugas skripsi ini.



**Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk  
Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100  
– Al 5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis**

**ABSTRAK**

*Friction Stir Welding (FSW)* merupakan salah satu metode pengelasan solid state dimana sambungan las terbentuk tanpa adanya penambahan logam pengisi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bentuk penampang pin tool pada pengelasan FSW plat aluminium.

Proses pengelasan menggunakan variasi bentuk penampang pin tool silinder tirus, segitiga, dan persegi dengan kecepatan putar tool 900 rpm dan feed rate 30 mm/menit. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah 2 plat aluminium AL 1100 – Al 5083 dengan panjang 150 mm, lebar 70 mm dan tebal 3 mm. Selanjutnya hasil sambungan las dilakukan pengujian tarik, pengujian kekerasan vickers, dan foto struktur mikro.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan pin tool mempengaruhi sifat mekanik dari hasil pengelasan friction stir welding. Hasil kekuatan tarik pada bentuk pin tool persegi memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 119,22 MPa, sedangkan yang terendah pada bentuk pin tool segitiga sebesar 63,85 MPa. Nilai regangan terbesar terjadi pada bentuk pin tool silinder tirus sebesar 10,45 % dan yang terendah pada bentuk pin tool segitiga sebesar 6,25 %. Sedangkan Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada bentuk pin tool segitiga dipusat las sebesar 106,7 VHN sedangkan Kekerasan yang rendah di pusat las pada bentuk pin tool persegi sebesar 30,8 VHN. Dan untuk hasil foto struktur mikro penampang pin tool segitiga menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dibandingkan pin tool silinder tirus atau persegi.

**Kata kunci:** *Friction Stir Welding, Al 1100 – Al 5083 , Bentuk Pin Berbeda,*

## **ABSTRACT**

*Friction Stir Welding (FSW) is a solid state welding method which welding joints are formed without the addition of filler metal. This study was conducted to determine the effect of cross section pin tool shape on FSW aluminum plate welding.*

*The welding process uses a variation of the cross section shape of the pin tool cylinder, triangle, and square with a tool rotational speed of 900 rpm and a feed rate of 30 mm / minute. The material used in this study was 2 aluminum plates AL 1100 - Al 5083 with a length of 150 mm, width 70 mm and thickness of 3 mm. Furthermore, the results of welded joints were carried out tensile testing, vickers hardness testing, and microstructure photos.*

*The results of this study indicate that the difference in pin tool affects the mechanical properties of friction stir welding. The results of the tensile strength in the square pin tool shape have the highest tensile strength of 119.22 MPa, while the lowest in the triangle tool pin shape is 63.85 MPa. The largest strain value occurs in the form of a tapered cylinder pin tool of 10.45% and the lowest in the form of a triangular pin tool of 6.25%. Whereas the highest hardness value is in the form of a triangular pin tool at the welding center of 106.7 VHN while the low hardness in the center of the weld is in the form of a square pin tool of 30.8 VHN. The photo results of the cross section micro triangle tool were microstructure produces a micro structure that is finer than the tapered or square cylinder pin tool.*

***Keywords: Friction Stir Welding, Al 1100 – Al 5083, Shape Different Pin***

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr, Wb

Alhamdulillahirobbil'alamin, Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Studi Pengelasan Metode *Friction Stir Welding* Dengan Bentuk Penampang Pin yang Berbeda Pada Material Aluminium Al 1100 – Al 5083 Terhadap Struktur Mikro dan Mekanis”**.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, untuk meraih gelar Sarjana Teknik (ST). Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. H. Subroto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Bibit Sugito, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
5. Alm. Bapak, ibu, dan adik tercinta yang senantiasa memberikan dukungan penuh untuk menyelesaikan perkuliahan, terimakasih untuk semuanya.
6. Teman – teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah berjuang bersama – sama dan saling memberi semangat, dukungan, serta bantuan selama perkuliahan.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR .....	v
MOTTO .....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
<i>ABSTRACT</i> .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii

## BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3

## BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori .....	5
2.1.1 Friction Stir Welding .....	5
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Friction Stir Welding</i> .....	6
2.1.3 Pembagian Zona pada FSW .....	7

2.1.4 Parameter Pengelasan FSW .....	9
2.1.5 Difusi .....	13
2.2 Tinjauan Pustaka .....	17
2.3 Bahan-Bahan PengelasanPengelasan.....	18
2.3.1 Aluminium dan karakteristiknya .....	18
2.3.2 Jenis-Jenis Aluminium .....	19
2.4 Pengujian .....	23
2.4.1 Pengujian Tarik .....	23
2.4.2Pengujian Kekerasan .....	26
2.4.3 ngujian Struktur Mikro .....	32

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Diagram Alir Penelitian .....	36
3.2 Variabel Penelitian .....	37
3.3 Lokasi Pengambilan Data .....	37
3.4 Alat dan Bahan Penelitian .....	38
3.4.1 Alat .....	38
3.4.2 Bahan Penelitian .....	43
3.5 Proses Penelitian .....	45
3.5.1 Proses Pengelasan FSW .....	45
3.5.2 Proses Pengujian Tarik .....	47
3.5.3 Proses Uji Foto Struktur Mikro.....	49
3.5.4 Proses Pengujian Kekerasan .....	52

### **BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data Hasil Pengujian Tarik .....	54
4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan .....	57
4.3 Hasil Foto Struktur Mikro .....	59

### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	63
----------------------	----

5.2 Saran .....	64
-----------------	----

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Heat zone pada <i>Friction Stir Welding</i> .....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Bentuk – bentuk penampang pin tool .....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Bentuk – bentuk shoulder FSW .....	10
<b>Gambar 2.4</b>	Hubungan putaran tool dengan temperatur .....	11
<b>Gambar 2.5</b>	Skema Pengelasan FSW .....	12
<b>Gambar 2.6</b>	Desain penyambungan pada pengelasan FSW .....	13
<b>Gambar 2.7</b>	(a) pasangan difusi tembaga nikel sebelum penambahan suhu (b) skema atom Cu dan Ni (c) konsentrasi tembaga dan nikel sebagai fungsi dari lintas posisi dalam pasangan .....	14
<b>Gambar 2.8</b>	(a) pasangan tembaga dan nikel setelah diberi suhu tinggi (b) skema atom Cu dan Ni (c) konsentrasi tembaga dan nikel sebagai fungsi lintas fungsi dari lintas posisi dalam pasangan .....	14
<b>Gambar 2.9</b>	Difusi Vacancy .....	15
<b>Gambar 2.10</b>	Difusi Interstisial .....	16
<b>Gambar 2.11</b>	Benda kerja bertambah panjang ketika diberi beban .....	24
<b>Gambar 2.12</b>	Kurva tegangan regangan logam non Ferro .....	25
<b>Gambar 2.13</b>	Profil bagian-bagian pengujian tarik baja karbon .....	25
<b>Gambar 2.14</b>	Indentasi brinell .....	29
<b>Gambar 2.15</b>	Indentasi Vickers .....	31
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	36
<b>Gambar 3.2</b>	Mesin Milling Aciera AS – 1 .....	38
<b>Gambar 3.3</b>	Mesin Uji Tarik .....	39
<b>Gambar 3.4</b>	Alat Foto Struktur Mikro .....	39

<b>Gambar 3.5</b>	Alat Uji Kekerasan Mikro Vickers.....	40
<b>Gambar 3.6</b>	Grinding and Polishing machine .....	41
<b>Gambar 3.7</b>	Alat ukur janka sorong.....	41
<b>Gambar 3.8</b>	Ampelas .....	42
<b>Gambar 3.9</b>	Gergaji.....	42
<b>Gambar 3.10</b>	Kikir .....	43
<b>Gambar 3.11</b>	Dimensi Base Metal.....	43
<b>Gambar 3.12</b>	Dimensi Tool dengan bentuk pin silinder tirus .....	44
<b>Gambar 3.13</b>	Dimensi Tool dengan bentuk pin segitiga .....	44
<b>Gambar 3.14</b>	Dimensi Tool dengan bentuk pin persegi .....	44
<b>Gambar 3.15</b>	Susunan meja saat proses FSW .....	45
<b>Gambar 3.16</b>	Spesimen Uji Tarik Standar ASTM E8.....	48
<b>Gambar 3.17</b>	resin pemegang benda kerja .....	50
<b>Gambar 3.18</b>	Pengujian mikro vickers serta bentuk indenter .....	52
<b>Gambar 4.1</b>	Histogram tegangan dan Reganagn Uji Tarik.....	56
<b>Gambae4.2</b>	Grafik Tegangan dan Reganagn Uji Tarik.....	56
<b>Gambar 4.3</b>	Histogram nilai kekerasan (VHN) .....	58
<b>Gambar 4.4</b>	Struktur Mikro <i>Base Metal</i> Al 1100 pembesaran 200x ...	59
<b>Gambar 4.5</b>	Struktur Mikro Base Metal Al 5083 pembesaran 200x ...	60
<b>Gambar 4.6</b>	Struktur Mikro Haz Al 1100 pembesaran 200x .....	61
<b>Gambar 4.7</b>	Struktur Mikro Haz Al 5083 pembesaran 200x .....	61
<b>Gambar 4.8</b>	Struktur Mikro Las pembesaran 200x.....	62



## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 4.1</b> Nilai Tegangan Hasil Uji Tarik .....	51
<b>Tabel 4.1</b> Nilai Regangan Hasil Uji Tarik .....	54
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Kekerasan Mikro Vickers .....	55